

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



REC'D 18 SEP 2003

WIPO

PCT

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 22 augustus 2002 onder nummer 1021319,  
ten name van:

**NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST-  
NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO**  
te Delft

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Inrichting en werkwijze voor het printen van een viskeuze stof",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 2 september 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

Mw. I.W. Scheevelenbos-de Reus

1021319

B. v.d. I.E.

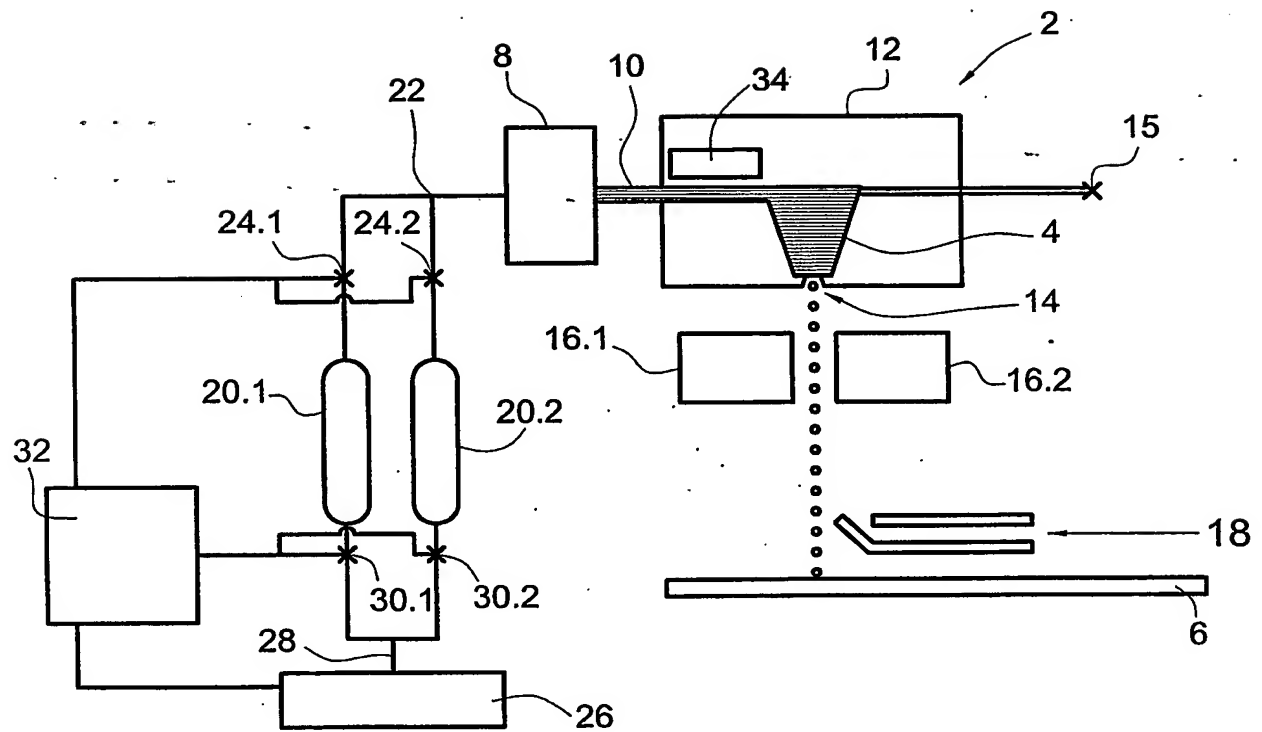
22 AUG. 2002

# UITTREKSEL

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het printen van een viskeuze vloeistof op een materiaal, omvattende een reservoir voor het opslaan van de viskeuze vloeistof, een met het reservoir verbonden kanaal dat is voorzien van tenminste een uitstroomopening, en een drukregelmechanisme voor het variëren van de druk van de viskeuze vloeistof stroomopwaarts van de uitstroomopening, waarbij de inrichting is voorzien van een via een gasverbinding met het reservoir en/of het kanaal gekoppelde gasbron voor het onder druk door het kanaal naar de uitstroomopening voeren van de viskeuze vloeistof.

Voorts heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze voor het printen van een viskeuze stof op een materiaal, waarbij de viskeuze stof vanuit een reservoir onder druk door een kanaal naar tenminste een uitstroomopening van het kanaal wordt gevoerd, waarna de viskeuze stof door de uitstroomopening naar het materiaal wordt gevoerd, waarbij de druk in althans een deel van het kanaal direct stroomopwaarts van de uitstroomopening ligt in het interval 15-600 Bar [ $\equiv 15 \cdot 10^5$ - $600 \cdot 10^5$  Pa].

1021319



1021319

B. v.d. I.E.

22 AUG. 2002

P59249NL00

Titel: Inrichting en werkwijze voor het printen van een viskeuze stof

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het printen van een viskeuze vloeistof op een materiaal, omvattende een reservoir voor het opslaan van de viskeuze vloeistof, een met het reservoir verbonden kanaal dat is voorzien van tenminste een uitstroomopening, en een  
5 drukregelmechanisme voor het variëren van de druk van de viskeuze vloeistof stroomopwaarts van de uitstroomopening.

Voorts heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze voor het printen van een viskeuze vloeistof op een materiaal, waarbij de viskeuze vloeistof vanuit een reservoir onder druk door een kanaal naar tenminste  
10 een uitstroomopening van het kanaal wordt gevoerd, waarna de viskeuze vloeistof door de uitstroomopening naar het materiaal wordt gevoerd.

De genoemde inrichting en de genoemde werkwijze zijn uit de praktijk bekend. De bekende inrichting wordt bijvoorbeeld beschreven in het Amerikaanse octrooischrift US 5,969,733. In dit document wordt een  
15 zogenaamde continu printer ("Continuous jet printer") beschreven voor het printen van viskeuze vloeistoffen op een materiaal. Met deze printer kunnen vloeistoffen met een relatief hoge viscositeit worden geprint. Hiertoe wordt de viskeuze vloeistof onder een relatief hoge druk (in het octrooischrift worden werkdrukken tot 8 Bar [ $\equiv 8 \cdot 10^5$  Pa] genoemd) door het kanaal naar  
20 de uitstroomopening gevoerd. Vervolgens treedt de viskeuze vloeistof door de uitstroomopening naar het materiaal uit. Gedurende het uittreden van de viskeuze vloeistof levert het drukregelmechanisme met een vooraf bepaalde regelmaat variaties in de druk van de viskeuze vloeistof nabij de uitstroomopening teneinde een continue stroom uittredende druppels met  
25 een gelijkmatige verdeling van eigenschappen zoals afmetingen van de druppels te verkrijgen. Als zeer globale indicatie kan worden aangegeven dat het drukregelmechanisme hiervoor een drukregelbereik dient te hebben van ongeveer tien procent van de gemiddelde in het kanaal heersende druk.

In de praktijk blijkt dat de gebruikte drukken onvoldoende hoog zijn om viskeuze stoffen met een bijzonder hoge viscositeit van bijvoorbeeld  $300 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  te printen. Het gebruik van een veel hogere druk zoals bijvoorbeeld een druk in het drukinterval 15-600 Bar [ $\equiv 15 \cdot 10^5$ - $600 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ],  
 5 waarbij het printen van de genoemde viskeuze stoffen met bijzonder hoge viscositeit in beginsel wel mogelijk is, ligt echter niet voor de hand omdat een dergelijke druk niet op een voldoende stabiele wijze met bijvoorbeeld slechts een plunjerpomp of slechts een centrifugaalpomp kan worden opgewekt. Verder blijkt dat bij een dergelijk hoge druk conventionele  
 10 drukregelmechanismen niet voldoende krachtig zijn om het genoemde drukregelbereik van tien procent van de gemiddelde druk in het kanaal te realiseren.

De beperking van de druk tot 8 Bar [ $\equiv 8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ] in het kanaal is een nadeel van de bekende inrichting aangezien hierdoor de toepassing van  
 15 nieuwe technieken zoals Rapid Prototyping technieken wordt belemmerd.

Het is een doel van de uitvinding om tegemoet te komen aan het genoemde nadeel. Hiertoe voorziet de uitvinding in een inrichting die gekenmerkt is doordat de inrichting is voorzien van een via een gasverbinding met het reservoir en/of het kanaal gekoppelde gasbron voor  
 20 het onder druk door het kanaal naar de uitstroomopening voeren van de viskeuze vloeistof. Met de gasbron kan de viskeuze vloeistof in het kanaal zowel onder een hoge als tegelijk een constante druk van bijvoorbeeld 200 Bar [ $\equiv 200 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ] worden gebracht. Het is van belang dat de druk zo constant mogelijk is omdat de viskeuze vloeistof bij onregelmatige  
 25 drukschommelingen niet op een voldoende geleidelijke wijze door het kanaal en door de uitstroomopening kan worden gevoerd. Dergelijke onregelmatige drukschommelingen hebben tot gevolg dat de kwaliteit van het geprinte resultaat onvoldoende is.

Door de hoge druk is het mogelijk om vloeistoffen met een bijzonder  
 30 hoge viscositeit zoals bijvoorbeeld viskeuze vloeistoffen met een viscositeit

van  $300 \cdot 10^{-3}$  Pa.s bij verwerking te printen. Mogelijke nieuwe stoffen zijn bijvoorbeeld viskeuze polymeren zoals thermoplasten al dan niet voorzien van vulstoffen zoals keramiek en bepaalde pigmenten. Met de inrichting volgens de uitvinding kunnen dergelijke viskeuze stoffen worden gebruikt  
 5 voor bijvoorbeeld het printen van driedimensionale objecten volgens een Rapid Prototyping aanpak.

Een uitvoeringsvorm van de inrichting volgens de uitvinding is gekenmerkt doordat de gasbron een gasfles omvat.

Een voorkeursuitvoeringsvorm van de inrichting volgens de  
 10 uitvinding is gekenmerkt doordat de inrichting tevens is voorzien van een via een gasverbinding met een kraan met de gasfles verbonden plunjerpomp voor het onder druk brengen van de gasfles, en dat de gasfles via een kraan is verbonden met het reservoir en/of het kanaal. Hierbij fungeert de gasfles als een buffer. De gasfles dient voor het opbouwen van de genoemde druk in  
 15 het kanaal, het debiet van het uit de gasfles stromende gas kan relatief gering zijn. Dit betekent onder meer dat de gasfles relatief klein kan worden uitgevoerd. Nadat de druk in de gasfles gedurende het gebruik is gedaald kan de gasfles wederom op een gewenste druk worden gebracht met behulp van de plunjerpomp. Hiervoor wordt de kraan in de verbinding tussen de  
 20 plunjerpomp en de gasfles geopend, terwijl de verbinding tussen de gasfles en het reservoir/kanaal kan worden gesloten. Doordat de gasfles relatief klein kan zijn is het mogelijk een praktische compacte uitvoeringsvorm van de inrichting te realiseren.

Een voorkeursuitvoeringsvorm van de inrichting volgens de  
 25 uitvinding heeft als kenmerk dat de gasbron een tweede via een gasverbinding met een kraan met het reservoir en/of het kanaal gekoppelde gasfles omvat. De tweede gasfles kan zijn gekoppeld met de plunjerpomp of met een tweede plunjerpomp. Volgens deze uitvoeringsvorm kan een van de gasflessen gebruikt worden voor het op druk brengen/houden van het  
 30 kanaal, terwijl de andere, op een gewenste druk gebrachte, gasfles

klaarstaat om deze taak over te nemen. Zodoende kan de inrichting onafgebroken functioneren. Eventueel kunnen de kranen dóór een automatisch regelsysteem worden aangestuurd.

Een uitvoeringsvorm van de inrichting volgens de uitvinding heeft  
5 als kenmerk dat het drukregelmechanisme een beweegbare stuurpen omvat, waarbij de stuurpen in een lengterichting naar/van de uitstroomopening kan worden bewogen zodat een uiteinde van de stuurpen op een regelbare afstand die bijvoorbeeld gelegen is in het afstandinterval van 15-500  $\mu\text{m}$  van de uitstroomopening kan worden geplaatst voor het variëren van de druk  
10 nabij de uitstroomopening. De stuurpen bevindt zich bijvoorbeeld in het kanaal waarbij de lengterichting bij voorkeur in hoofdzaak loodrecht is gericht op het vlak van de uitstroomopening. Doordat de afstanden in het afstandinterval relatief klein zijn wordt een relatief groot drukregelbereik gerealiseerd. Zodoende kan ook bij relatief hoge druk in het kanaal een  
15 voldoende groot drukregelbereik (ca. 10% van de druk in het kanaal) worden bereikt. De sturing van de stuurpen in het afstandinterval wordt bij voorkeur met een relatief nauwkeurig drukregelmechanisme uitgevoerd gezien de relatief kleine afstanden. Het precieze afstandinterval waarin de stuurpen in gebruik wordt geregeld hangt af van de viscositeit van de vloeistof.

20 Bij het printen van vloeistoffen met een bijzonder hoge viscositeit wordt gewerkt met een gemiddeld relatief hoge druk in het kanaal en dus is een relatief groot regelbereik vereist. Om dit te bereiken dient de afstand van het uiteinde tot de uitstroomopening relatief gering te zijn om het genoemde en relatief grote drukregelbereik te realiseren. Bij bekende  
25 systemen waar met drukken tot 5 Bar [ $\equiv 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ] wordt gewerkt ligt deze afstand in de orde grootte van 1.5 mm. Voor het drukregelmechanisme volgens de uitvinding is deze afstand bij voorkeur dus aanzienlijk geringer.

Het drukregelmechanisme kan een piëzo-element omvatten voor het aansturen van de beweegbare stuurpen. Met het piëzo-element kan een  
30 nauwkeurige sturing worden bereikt. Hierbij wordt het piëzo-element bij

voorkeur met een thermische afscherming (isolatiering) van eventueel verwarmde vloeistof geïsoleerd om een nauwkeurig functioneren van het drukregelmechanisme te waarborgen (zie eventueel de Figuurbeschrijving). Omdat het uiteinde van de stuurpen een relatief klein oppervlak heeft van  
 5 bijvoorbeeld  $10 \text{ mm}^2$  is het mogelijk met een relatief kleine aandrijfkraft tot bijvoorbeeld 100 N op de stuurpen een relatief grote drukvariatie van bijvoorbeeld 30 Bar [ $\approx 30 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ] teweeg te brengen en daarmee een voldoende groot drukregelbereik te realiseren. Het drukregelmechanisme is daarom in het bijzonder geschikt voor toepassing in de inrichting volgens de  
 10 uitvinding.

Een geavanceerde uitvoeringsvorm is gekenmerkt doordat dat een diameter van de uitstroomopening in het interval 30-100  $\mu\text{m}$  ligt. Bij voorkeur is de lengterichting van de stuurpen dwars op de uitstroomopening gericht.

15 Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm is de inrichting voorzien van een regelbaar verwarmingselement voor het verwarmen (temperatuurbereik 15-700° C) van de viskeuze vloeistof in het kanaal. Door het regelen van de temperatuur van de vloeistof kan de vloeistof voor de verwerking (printen) een bepaalde viscositeit krijgen. Hiermee is het  
 20 mogelijk om viskeuze vloeistoffen zoals verschillende soorten plastic en metalen (zoals soldeer) te printen.

De werkwijze volgens de uitvinding heeft als kenmerk dat de druk in althans een deel van het kanaal stroomopwaarts van de uitstroomopening ligt in het drukinterval 15-600 Bar [ $\approx 15 \cdot 10^5$ - $600 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ].  
 25 Bij voorkeur wordt het debiet van de viskeuze stof door de uitstroomopening geregeld door het variëren van de druk in het genoemde drukinterval. Bij deze werkwijze kan de viskeuze stof op het moment van uitstromen door de uitstroomopening een viscositeit hebben die in het viscositeitinterval  $150 \cdot 10^{-3}$ - $400 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  ligt.



De uitvinding zal thans nader worden toegelicht aan de hand van de tekening, waarin:

Figuur 1 een schematisch overzicht toont van een inrichting volgens de uitvinding;

5       Figuur 2 een schematische dwarsdoorsnede is van een printkop van een inrichting volgens Figuur 1;

Figuur 3 een opengewerkte perspectivische schematische weergave van de printkop volgens Figuur 2 is.

10       Figuur 1 toont schematisch een inrichting 2 voor het printen van een viskeuze vloeistof 4 op een materiaal 6. De inrichting omvat een reservoir 8 voor het opslaan van de viskeuze stof 4 en een met het reservoir 8 verbonden kanaal 10. Het kanaal 10 verbindt het reservoir 8 met de printerkop 12. Het kanaal in de printerkop 12 is voorzien van tenminste een uitstroomopening 14 waardoor de viskeuze vloeistof 4 onder druk in  
15       druppelvorm uittreedt om vervolgens op het materiaal 6 te worden geprint. Een dwarsafmeting van de uitstroomopening 14 kan in het interval 30-100  $\mu\text{m}$  liggen.

Het kanaal 10 omvat in dit voorbeeld een gedeelte stroomafwaarts van de uitstroomopening 14 dat is voorzien van een kraan 15. Door de kraan  
20       15 te openen kan de printerkop 12 worden doorgespoeld met een spoelmateriaal/spoelinkt dat in het kanaal aanwezig is.

De inrichting 2 is bij voorkeur een printer van het type "Continuous-jet" waarbij een continue stroom van te printen druppels uittreedt, maar kan ook een printer van het type "Drop-on-demand" zijn  
25       waarbij slechts druppels door de uitstroomopening worden afgegeven indien de printerkop daartoe wordt geactiveerd.

De inrichting 2 is in dit voorbeeld voorzien van een richtsysteem 16.1, 16.2 waarmee de druppels in twee richtingen kunnen worden afgebogen voor het bepalen van de printlocatie van de druppels op het  
30       materiaal 6. Het richtsysteem 16.1, 16.2 is hiertoe bijvoorbeeld voorzien van

een ladingselektrode waarmee de druppels van een elektrische lading kunnen worden voorzien. Tevens kan het richtsysteem 16.1, 16.2 zijn voorzien van een condensator waarmee elektrisch geladen druppels in hun baan kunnen worden afgebogen. Verder kan de inrichting 2 zijn voorzien van een opvanggoot 18 waarmee bepaalde druppels kunnen worden afgevangen, zodat deze druppels niet op het materiaal 6 worden geprint.

De inrichting 2 in dit voorbeeld is voorzien van een gasbron die in dit voorbeeld twee gasflessen 20.1, 20.2 omvat die bijvoorbeeld zijn gevuld met stikstof. De gasflessen 20.1, 20.2 zijn via een (gas)verbinding 22 verbonden met het reservoir 8. In een praktische variant mondt de verbinding 22 uit in een bovenzijde van het reservoir 8, zodat er een gasdruk kan worden uitgeoefend op een oppervlak van de viskeuze vloeistof in het reservoir 8. Het kanaal 10 voor het transport van de viskeuze vloeistof 4 kan aan een onderzijde met het reservoir 8 zijn verbonden.

In de verbinding 22 zijn kranen 24.1, 24.2 opgenomen waarmee bepaald kan worden welke gasfles(sen) in open verbinding staat of staan met het reservoir 8. Een met het reservoir 8 in open verbinding staande gasfles kan het reservoir 8 van druk voorzien. Onder deze druk wordt in het reservoir opgenomen viskeuze vloeistof 4 door het kanaal 10 naar de uitstroomopening 14 in de printkop 12 geperst. Vervolgens wordt de viskeuze vloeistof 4 door de uitstroomopening 14 naar het materiaal 6 geperst.

De inrichting 2 volgens Figuur 1 is tevens voorzien van een plunjerpomp 26 die via een verbinding 28 met kranen 30.1, 30.2 in verbinding staat met de gasflessen 20.1, 20.2. Met de plunjerpomp 26 kunnen de gasflessen (indien de betreffende kranen 30 zijn geopend) op een gewenste druk worden gebracht. Deze druk kan bijvoorbeeld liggen in het interval 20-300 Bar [ $\approx 20 \cdot 10^5$ - $300 \cdot 10^5$  Pa]. Gedurende het in bedrijf zijn van de inrichting (printerkop 12) kunnen de gasflessen 20.1, 20.2 afwisselend in verbinding staan met het reservoir 8. Dit betekent bijvoorbeeld dat in een

eerste fase de gasfles 20.1 via verbinding 22 met een geopende kraan 24.1 in open verbinding staat met het reservoir 8. De kraan 24.2 en de kraan 30.1 zijn gesloten. De kraan 30.2 kan dan tijdelijk worden geopend zodat de plunjerpomp 26 via de verbinding 28 de gasfles 20.2 op druk kan brengen, 5 zonder daarbij onregelmatige drukverstoringen in bijvoorbeeld het kanaal 10 te veroorzaken. Zodra de druk in de gasfles 20.1 te laag wordt voor een goede werking van de inrichting 2 kan deze gasfles worden afgesloten van het kanaal 10 door het sluiten van de kraan 24.1. De gasfles 20.2 kan de taak van gasfles 20.1 overnemen waarvoor de kraan 24.2 wordt geopend. 10 Zodoende kunnen de gasflessen zodanig worden benut dat de inrichting 2 continu kan functioneren. In het voorbeeld van Figuur 1 is de inrichting voorzien van een automatisch regelsysteem 32 voor het bedienen van de kranen 24.1, 24.2, 30.1, 30.2 de gasflessen 20.1, 20.2 en de plunjerpomp 26. Aldus wordt een automatische en goede samenwerking van de diverse delen 15 verkregen. De gasflessen dienen het kanaal in gebruik van een bepaalde druk te kunnen voorzien, waarbij het debiet van het uit de gasflessen stromende gas relatief gering kan zijn. Het is onder meer daarom zonder bezwaar mogelijk dat de gasflessen 20.1, 20.1 relatief klein zijn (of in het geval waarin de inrichting slechts is uitgevoerd met één gasfles dan kan de 20 gasfles relatief klein zijn), zodat de inrichting 2 relatief compact kan worden uitgevoerd.

De inrichting 2 is bij voorkeur voorzien van een verwarmingselement 34 voor het op een gewenste temperatuur brengen van de viskeuze vloeistof. Door de temperatuur van de viskeuze vloeistof aan te 25 passen kan de viscositeit van de vloeistof (enigszins) worden (bij)geregeld. Het verwarmingselement kan zijn opgenomen in de printkop 12 in of nabij het kanaal 10.

Figuur 2 toont een dwarsdoorsnede van een printkop 12 die gebruikt kan worden in de inrichting 2 volgens de uitvinding. De printkop 30 12 omvat een drukregelmechanisme voor het op een vooraf bepaalde

regelmatische wijze variëren van de druk van de door de uitstroomopening 14 tredende viskeuze vloeistof. Het drukregelmechanisme omvat in dit voorbeeld een piëzo-element 36.1 en een beweegbare stuurpen 36.2. Het piëzo-element 36.1 is een regelement waarmee de stuurpen 36.2 kan  
 5 worden aangedreven, waarbij de stuurpen 36.2 in een lengterichting van de stuurpen 36.2 in naar/van de uitstroomopening 14 kan worden bewogen voor het variëren van de druk nabij de uitstroomopening 14. De stuurpen 36.2 is zodanig beweegbaar dat een uiteinde 37 van de stuurpen 36.2 met een regelbare afstand liggend in een intervalafstand 15-500  $\mu\text{m}$  ten opzichte  
 10 van de uitstroomopening 14 in de spuitmondplaat 38 verplaatsbaar is (zie evt. Figuur 3). Voor bepaalde toepassingen waarbij een viskeuze vloeistof met een bijzonder hoge viscositeit van bijvoorbeeld  $300 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  wordt geprint kan een intervalafstand 15-30  $\mu\text{m}$  worden gebruikt.

Doordat het uiteinde 37 een relatief klein oppervlak heeft,  
 15 bijvoorbeeld 1-5  $\text{mm}^2$ , is het mogelijk middels relatief kleine door het element 36.1 opgewekte aandrijfkraften via het uiteinde 37 van de stuurpen 36.2 relatief grote drukvariatiën nabij de uitstroomopening 14 te bewerkstelligen. De aandrijfkraft bedraagt hierbij bijvoorbeeld 250 N. Door op regelmatige wijze via de aandrijfkraft drukvariatiën aan te  
 20 brengen wordt een gelijkmatige verdeling van de door de uitstroomopening uittredende druppels van de viskeuze vloeistof verkregen. Als indicatie voor de grootte van het drukregelbereik kan als voorbeeld dienen dat bij een gemiddelde druk in de orde grootte van 200 Bar [ $\approx 200 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ] in het kanaal  
 10 het gewenste drukregelbereik in de orde grootte van ongeveer 40 Bar  
 25 [ $\approx 40 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ] ligt.

De uitstroomopening 14 is opgenomen in een relatief dunne spuitmondplaat 38 (zie eventueel Figuur 3). De spuitmondplaat 38 kan een uit metalen folie vervaardigde plaat met een dikte van 0.3 mm zijn. De

uitstroomopening 38 in de plaat 58 heeft in dit voorbeeld een diameter van 50  $\mu\text{m}$ .

De printkop 12 is verder voorzien van een ondersteuningsplaat 42 die de spuitmondplaat 38 zodanig ondersteund dat deze niet bezwijkt onder de hoge druk in het kanaal 10 (zie Figuren 2, 3). De ondersteuningsplaat is  
5 voorzien van een opening 44 die tegenover de uitstroomopening 14 ligt. De diameter van de opening 44 kan een orde groter zijn dan de diameter van de uitstroomopening 14. De ondersteuningsplaat 42 kan met schroeven 46 zijn bevestigd aan een eerste ringvormig deel 48 (Figuur 2). In dit eerste  
10 cilinderdeel 48 is althans gedeeltelijk het kanaal 10 aangebracht. Verder is het cilinderdeel 48 voorzien van een centrale uitsparing waardoor de stuurpen 36.2 kan worden gevoerd.

Het eerste cilinderdeel 48 kan via schroeven 50 worden bevestigd aan een tweede cilinderdeel 52 en een derde cilinderdeel 56. Het tweede  
15 cilinderdeel 52 is voorzien van flexibele afdichtringen 54 (Figuur 2) die onder meer tegen de stuurpen 36.2 klemmen. Bij voorkeur kunnen de afdichtringen 54 de bewegingen van de stuurpen 36.2 volgen door mechanische vervorming zonder dat de contactvlakken van de afdichtringen 54 met de stuurpen 36.2 bewegen ten opzichte van de stuurpen 36.2. Met de  
20 afdichtringen 54 wordt een lekvrije afdichting verkregen zodat althans bijna geen viskeuze vloeistof vanuit het kanaal 10 kan weglekken.

Tussen het tweede cilinderdeel 52 en het derde cilinderdeel 56 bevindt zich een thermische afscherming of isolatiering 58. Deze isolatiering 58 kan zijn uitgevoerd als zirkoonoxideplaat. De lage warmtegeleiding van  
25 zirkoonoxide levert een zeer gunstige thermische afscherming van het piëzo-element voor de eventueel verwarmde viskeuze vloeistof op. Een dergelijke thermische afscherming van het piëzo-element is met name van belang bij relatief hoge temperaturen van de viskeuze vloeistof. Wanneer de te printen viskeuze vloeistof 4 door het verwarmingselement 34 is verwarmd om de  
30 vloeistof een bepaalde viscositeit te geven kan met de isolatiering 58 worden

verhinderd dat het functioneren van het drukregelmechanisme wordt verstoord doordat de werking van het piëzo-element 36.1 nadelig wordt beïnvloed. Het verwarmingselement kan zijn ondergebracht in het eerste cilinderdeel 48.

5           Het derde cilinderdeel 56 kan worden bevestigd aan een hulsvormig lichaam 60 waarin onder meer het piëzo-element 36.1 kan worden opgenomen (zie Figuur 2). Het piëzo-element wordt daarbij gesitueerd tussen een met een schroef 62 aan het hulsvormig lichaam 60 bevestigde afdekplaat 64 en de stuurpen 36.2. De stuurpen 36.2 is door de  
10 centrale openingen van respectievelijk het eerste cilinderdeel 48, het tweede cilinderdeel 52, de isolatiering 58 en het derde cilinderdeel gevoerd.

De uitvinding is beschreven aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld, doch is geenszins beperkt tot deze uitvoeringsvorm. Er zijn diverse variaties mogelijk die eveneens binnen het kader van de  
15 uitvinding vallen. Zo kan bijvoorbeeld worden gedacht aan alternatieve drukopwekkingsmiddelen voor de genoemde gasfles die eveneens een relatief hoge en tevens constante druk kunnen opwekken. Verder kan er in het derde cilinderdeel een veer zijn opgenomen die de stuurpen met een voorspanning in een uitgangspositie tegen een aanslag duwt.

## CONCLUSIES

1. Inrichting voor het printen van een viskeuze vloeistof op een materiaal, omvattende een reservoir voor het opslaan van de viskeuze vloeistof, een met het reservoir verbonden kanaal dat is voorzien van tenminste een uitstroomopening, en een drukregelmechanisme voor het  
5 variëren van de druk van de viskeuze vloeistof stroomopwaarts van de uitstroomopening, met het kenmerk, dat de inrichting is voorzien van een via een gasverbinding met het reservoir en/of het kanaal gekoppelde gasbron voor het onder druk door het kanaal naar de uitstroomopening voeren van de viskeuze vloeistof.
- 10 2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de gasbron een gasfles omvat.
3. Inrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de inrichting tevens is voorzien van een via een gasverbinding met een kraan met de gasfles verbonden plunjerpomp voor het onder druk brengen van de gasfles,  
15 en dat de gasfles via een kraan is verbonden met het reservoir en/of het kanaal.
4. Inrichting volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de gasbron een tweede via een gasverbinding met een kraan met het reservoir en/of het kanaal gekoppelde gasfles omvat.
- 20 5. Inrichting volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het drukregelmechanisme een beweegbare stuurpen omvat, waarbij de stuurpen in een lengterichting naar/van de uitstroomopening kan worden bewogen zodat een uiteinde van de stuurpen op een regelbare afstand van 15-500  $\mu\text{m}$  van de uitstroomopening kan worden geplaatst voor  
25 het variëren van de druk nabij de uitstroomopening.
6. Inrichting volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de beweegbare stuurpen zich in het kanaal bevindt, waarbij de lengterichting

van de stuurpen in hoofdzaak loodrecht is gericht op het vlak van de uitstroomopening en waarbij de stuurpen zijdelings wordt ondersteund door een lager, zoals O-ringen.

7. Inrichting volgens conclusie 5 of 6, met het kenmerk, dat het  
5 drukregelmechanisme een piëzo-element omvat voor het aansturen van de stuurpen.
8. Inrichting volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de inrichting is voorzien van een thermisch afschermingselement voor het thermisch afschermen van het genoemde piëzo-element van de viskeuze vloeistof in het  
10 kanaal.
9. Inrichting volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat een diameter van de uitstroomopening in het interval 30-100  $\mu\text{m}$  ligt.
10. Inrichting volgens één der voorgaande conclusies, met het  
15 kenmerk, dat de inrichting is voorzien van een al dan niet regelbaar verwarmingselement voor het verwarmen van de viskeuze vloeistof in het kanaal.
11. Inrichting volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het verwarmingselement is ingericht om de viskeuze stof op een temperatuur te  
20 brengen die ligt in het interval 15-700°C.
12. Inrichting volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het verwarmingselement is ingericht om de viskeuze stof op een temperatuur te brengen die ligt in het interval 150-300°C.
13. Werkwijze voor het printen van een viskeuze vloeistof op een  
25 materiaal, waarbij de viskeuze vloeistof vanuit een reservoir onder druk door een kanaal naar tenminste een uitstroomopening van het kanaal wordt gevoerd, waarna de viskeuze vloeistof door de uitstroomopening naar het materiaal wordt gevoerd, met het kenmerk, dat de druk in althans een deel van het kanaal stroomopwaarts van de uitstroomopening ligt in het interval  
30 15-600 Bar [ $\equiv 15 \cdot 10^5$ -600  $\cdot 10^5$  Pa].



14. Werkwijze volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat tevens het debiet van de viskeuze stof door de uitstroomopening wordt geregeld door het variëren van de druk met het drukregelmechanisme in het genoemde interval.

5 15. Werkwijze volgens conclusie 13 of 14, met het kenmerk, dat de viskeuze stof op het moment van uitstromen door de uitstroomopening een viscositeit heeft die in het interval  $150 \cdot 10^{-3}$ - $400 \cdot 10^{-3}$  Pa·s ligt.

16. Werkwijze voor het printen van een viskeuze stof met een inrichting volgens één der conclusies 1-12.

1021319

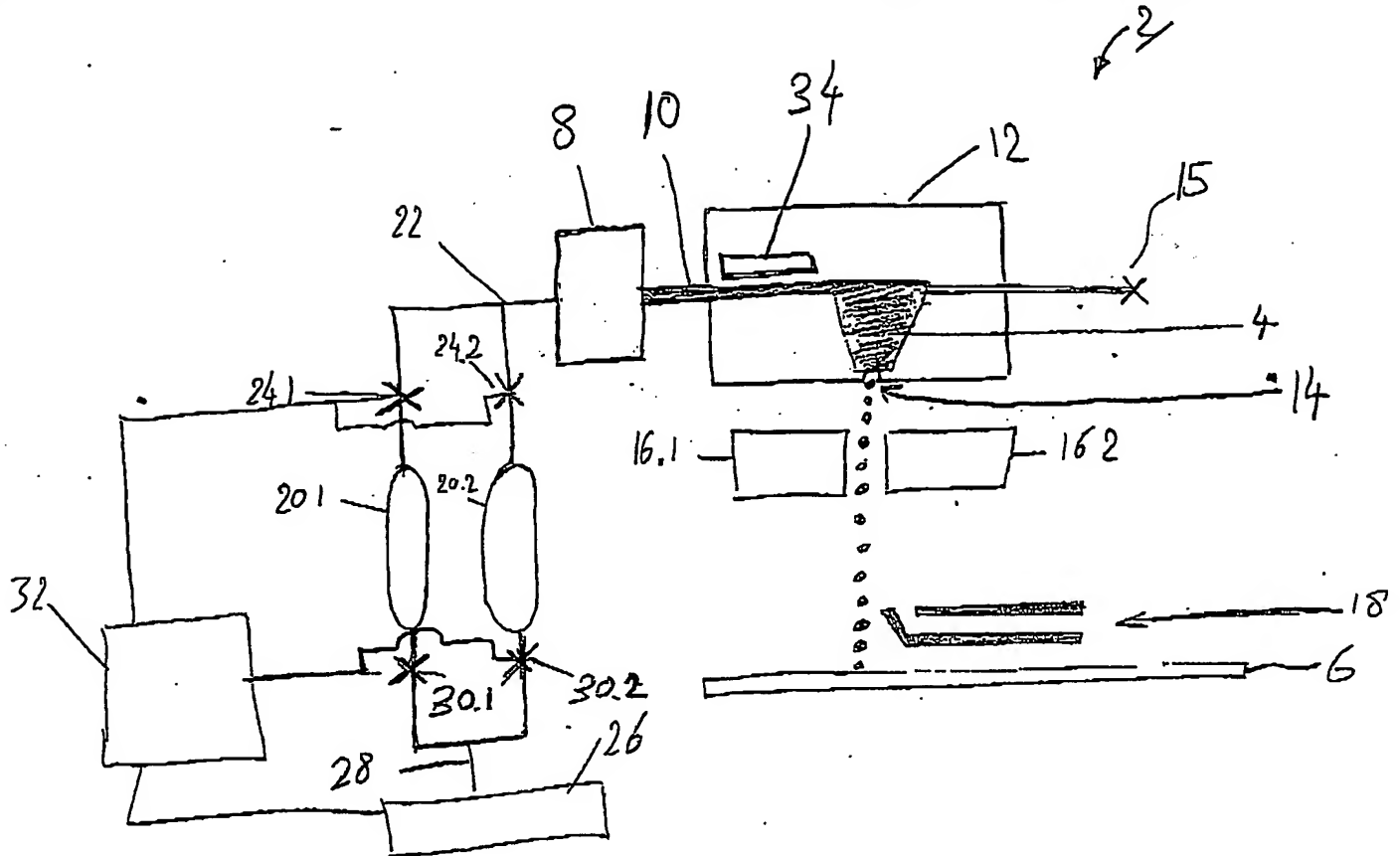


FIGURE 1

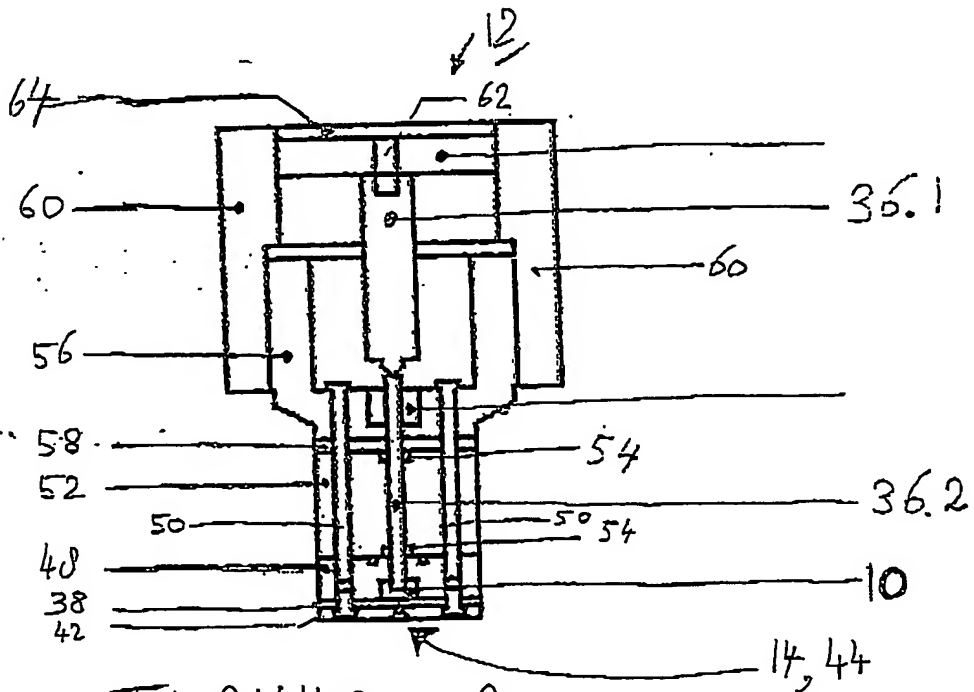
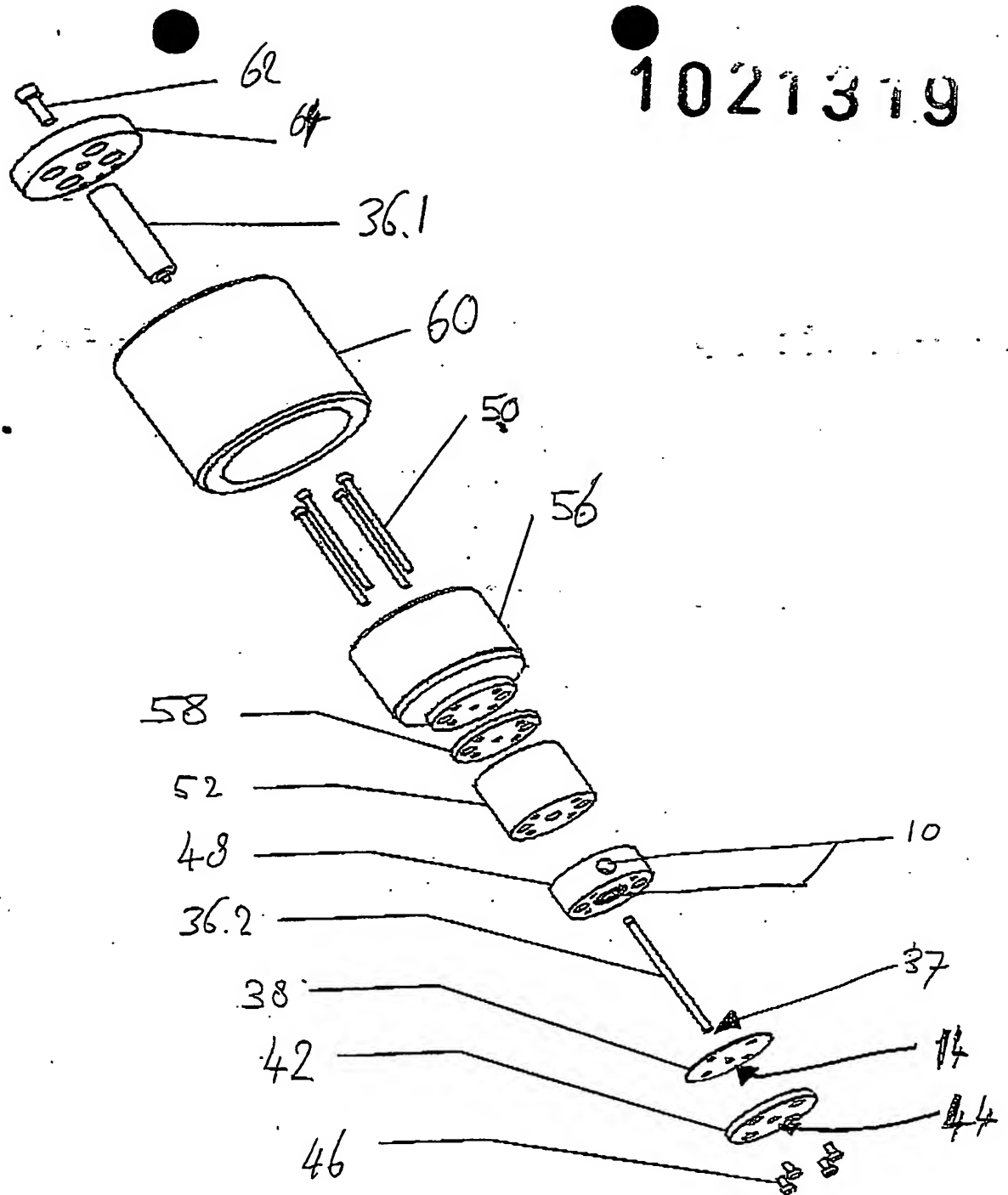


FIGURE 2

1021319



FIGUUR 3